

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET

**ZAVRŠNI RAD**  
ISPITIVANJE UPORABNIH SVOJSTVA MATERIJALA NAMIJENJENIH IZRADI  
SJEDALA U AUTOMOBILIMA

TIN ZONJIĆ

Zagreb, rujna 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET  
Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila

**ZAVRŠNI RAD**

ISPITIVANJE UPORABNIH SVOJSTVA MATERIJALA NAMIJENJENIH IZRADI  
SJEDALA U AUTOMOBILIMA

Mentorica:

Izv. prof. dr. sc. Sanja Ercegović Ražić

Izradio:

Tin Zonjić/ 10329TTI-TKME

Zagreb, rujna 2019.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Rad je izrađen u Zavodu za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila, Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu.

Voditelj rada: izv. prof. dr. sc. Sanja Ercegović Ražić

Broj stranica: 30

Broj slika: 18

Broj tablica: 12

Broj literaturnih izvora: 13

Jezik teksta: hrvatski

Članovi povjerenstva:

1. Izv. prof. dr. sc. Martinia Ira Glogar, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet - predsjednica povjerenstva
2. Izv. prof. dr. sc. Sanja Ercegović Ražić, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet - članica
3. Izv. prof. dr. sc. Anica Hursa Šajatović, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet - članica
4. Doc. dr. sc., Ružica Brunšek, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet - zamjenica članice

Datum obrane: 17. rujna 2019. godine

Rad je pohranjen u knjižnici Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta u Zagrebu, Prilaz Baruna Filipovića 28a, u tiskanom i digitalnom zapisu.

*Ovaj rad izrađen je u Zavodu za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Sanje Ercegović Ražić. Dio ispitivanja vezan uz analizu spektralnih karakteristika i promjena boje proveden je Zavodu za tekstilnu kemiju i ekologiju Sveučilišta u Zagrebu Tekstilno-tehnološkog fakulteta u suradnji s izv. prof. dr. sc. Martiniom Irom Glogar, dok je ispitivanje postojanosti obojenja izlaganjem umjetnom svjetlu provedeno u akreditiranom laboratoriju Mirta kontrol d.o.o.*

- ξ *Posebno se zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Sanji Ercegović Ražić na ukazanom povjerenju, razumijevanju i neizmjernoj pomoći pri izradi rada te pristupu svim potrebnim informacijama ključnih za njegovu izradu.*
- ξ *Posebna zahvala izv. prof. dr. sc. Martiniji Iri Glogar na pomoći i stručnom pristupu u realizaciji ovog rada.*
- ξ *Posebna zahvala asistentici Jeleni Peran, mag. ing. techn. text. na strpljenju i velikoj pomoći u eksperimentalnom dijelu te u realizaciji ovog rada.*
- ξ *Hvala mojoj obitelji na beskrajnom razumijevanju, potpori i strpljenju tijekom studija te ukazanoj ljubavi i povjerenju.*

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
<b>I. TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>2</b>
2. Tekstil kao komponenta u automobilima - pregled .....	2
3. Razvoj sjedala u automobilima kroz povijest.....	3
4. Komponente u izradi sjedala u automobilu .....	7
4.1. Naslon za glavu .....	8
4.2. Naslon za leđa .....	8
4.3. Sjedeći dio auto sjedala .....	9
4.4. Materijali za izradu presvlaka .....	9
<b>II. EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>	<b>12</b>
5. Zadatak.....	12
5.1. Karakterizacija materijala za izradu autosjedala .....	13
6. Metode ispitivanja.....	14
6.1. Debljina i plošna masa uzoraka.....	14
6.3. Ispitivanje mehaničkih svojstava materijala .....	15
6.4. Ispitivanje otpornosti materijala na habanje.....	15
6.5. Ispitivanje gorivosti materijala - cigaret test .....	16
6.6. Postojanost obojenja na umjetno svjetlo (Xenon test) .....	17
6.7. Postojanost obojenja - prije i nakon izlaganja Sunčevom svjetlu u realnim uvjetima... 17	
6.8. Postojanost obojenja nakon trljanja.....	17
7. Rezultati i rasprava rezultata .....	18
7.1. Rezultati određivanja osnovnih komponenata i svojstava materijala .....	18
7.1.1. Sirovinski sastav .....	18

7.1.2. Debljina i plošna masa uzoraka .....	19
7.2. Rezultati određivanja prekidne sile i istezanja metodom trake.....	22
7.3. Rezultati određivanja otpornosti materijala na habanje .....	25
7.4. Rezultati ispitivanja gorivosti materijala.....	26
7.5. Rezultati ispitivanja postojanosti obojenja na svjetlo .....	27
7.6. Rezultati ispitivanja postojanosti obojenja nakon izlaganja Sunčevu svjetlu .....	27
7.7. Rezultati ispitivanja postojanosti obojenja nakon postupka trljanja .....	28
8. Zaključci .....	29
9. Literatura.....	30

## 1. Uvod

Tekstil i tekstilne tvorevine dio su ljudskog života još od prapovijesnog doba. Prvi tekstilni proizvodi su se pojavili na Bliskom istoku. Postoje dokazi koji upućuju da su ljudi nosili odjeću (kože životinja i pokrivala od biljaka) prije 100.000 do 500.000 godina. Uzmemo li u obzir da se kontrolirana uporaba vatre kod modernog čovjeka rasprostranila prije otprilike 125.000 godina, dobijemo uvid koliko je tekstil bitan za čovječanstvo. Suvremeni tekstil, materijali i načini proizvodnje neusporedivi su s pretpovijesnim materijalima, međutim osnovne dvije uloge tekstila se kroz sve te godine nisu promijenili, a to su zaštita tijela i dekor.

Danas odjeća predstavlja tek sitan dio u proizvodnji i uporabi tekstila. Kroz industrijsku revoluciju (1760.-1830.) ručne proizvodnje zamijenili su strojevi. Tako je za vrijeme industrijske revolucije tekstilna industrija bila najveća industrija što se tiče zaposlenosti, vrijednosti proizvodnje i uloženog kapitala. Pojavom strojne proizvodnje otvorila su se mnoga vrata za upotrebu tekstila koji su do tada uglavnom predstavljali odjevni predmeti. Do danas je tekstil pronašao svoje mjesto u gotovo svim granama industrije. Upravo zbog svoje raznovrsnosti, modifikacija i širokim spektrom tekstilnih proizvoda, tekstil se može primjenjivati u industrijama poput građevinarstva, poljoprivrede pa sve do svemirske tehnologije gdje su bez tekstila neki problemi bili nerješivi.

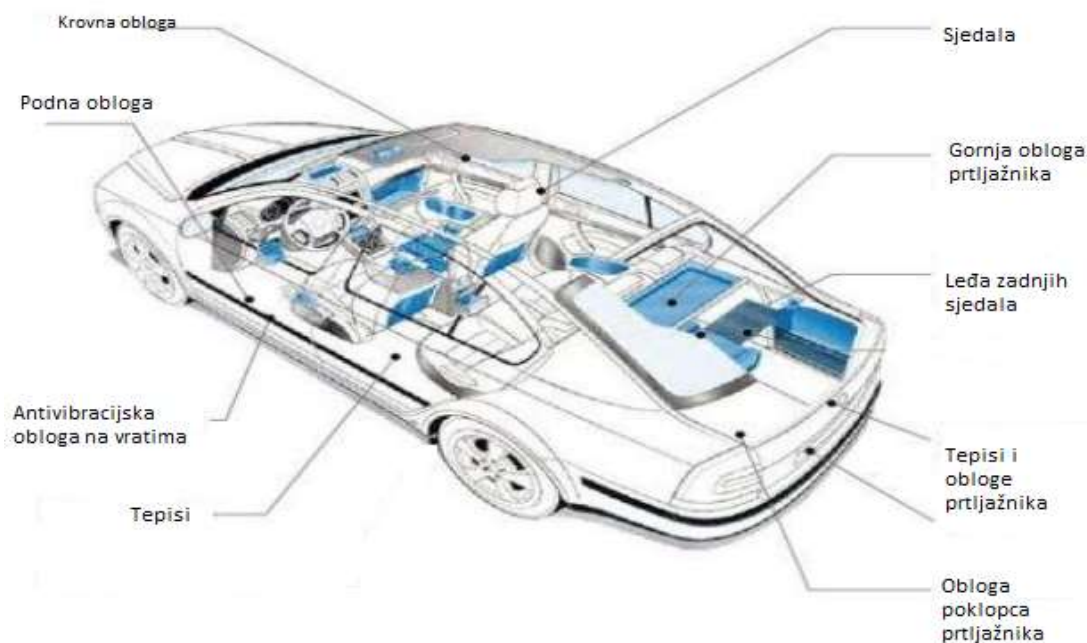
Uz svoja mehanička svojstva koja pomažu u mnogim industrijama, uz zaštitna svojstva za koje se tekstil koristi sve od prapovijesti, tu je još jedna neizostavna uloga tekstila, a to je dekor. Skoro od samih početaka korištenja tekstilnih proizvoda, tekstil se koristi u dekorativne svrhe. Simbolički i dekorativni značaj pored svih tehnoloških svojstava proteže se do nekoliko tisuća godina prije Krista. U tim vremenima, tekstil je bio primarni pokazatelj nečijeg statusa u društvu, bilo to estetskim dijelovima odjeće ili korištenjem dekorativnog tekstila u domovima. Danas su tekstil i njime presvučeni predmeti neizostavan dio svakog interijera, bio javni ili privatni, nekretnina ili pokretnina. Interijeri domova prepuni su tekstila. Namještaj, tepisi, zavjese, obloge i ostali dekorativni predmeti čine većinski dio dekora nekog doma. Može se reći da je interijer bijelo platno, a tekstil slikarska boja [1].



# I. TEORIJSKI DIO

## 2. Tekstil kao komponenta u automobilima - pregled

U današnje vrijeme kada postoji više vrsta interijera, potrebno je zadovoljiti zahtjeve dizajna i funkcionalnosti za svaki od njih. Svaki interijer nije isti, od kazališta ili bolnica pa do interijera u prijevoznim sredstvima kao što su zrakoplovi, brodovi, vlakovi i automobili. Posebni su zahtjevi, svojstva i dizajn za svaki od njih, stoga danas pored tolikog izbora materijala i mogućnosti proizvodnje, pronalazak pravog materijala može biti pravi izazov. Danas kada možemo reći da automobili spadaju u jednu od bitnijih životnih potreba, sve vezano za automobile je važnije nego ikada do sada. Dizajn, kvaliteta, specifikacije te odabir materijala ključni su kako bi svaki potrošač pronašao nešto za sebe. Tako i automobilski tekstil kao jedan od najbrže rastućih sektora u autoindustriji pronalazi sve više uloga u svakom automobilu (slika 1).



Slika 1. Raspodjela tekstilija u automobilu [2]

Neophodan je za rješavanje pojedinih problema u automobilima kao što su izolacije, ojačanja, estetski izgled, udobnost i najbitnije sigurnost putnika u automobilu. Obzirom na brojne i raznolike uloge u automobilima, tekstil se može podjeliti u više kategorija kao što je prikazano u tablici 1.

Tablica 1: Prikaz postotnog udjela tekstilija u automobilima [3]

	Podjela automobilske tekstilije	Postotak [%]
1.	Tepisi	33,3
2.	Presvlake za sjedišta automobila	18
3.	Unaprijed složene komponente	14
4.	Gume	12,8
5.	Sigurnosni pojasevi	8,8
6.	Zračni jastuci	3,7
7.	Ostalo	9,4

Tablica 2. Primjena tekstilnih vlakana u transportnim vozilima [3]

Područje primjene	Vrsta vlakna
Presvlake sjedala	Poliesterska vlakna, vuna, pamuk, Poliamidna vlakna (Nylon), Akrlina vlakna
Tepisi i obloge	Poliamidna vlakna (Nylon), Poliesterska vlakna, Polipropilenska vlakna
Zračni jastuci	Poliamidna vlakna (Nylon 6.6, Nylon 4.6)
Sigurnosni pojasevi	HT poliesterska vlakna
Kompoziti	Staklena, ugljikova i aramidna vlakna, HT poliesterska vlakna, HT polipropilenska vlakna
Gume	Poliesterska vlakna, Poliamidna vlakna (Nylon), HT viskozna vlakna, metalna i aramidna vlakna

### 3. Razvoj sjedala u automobilima kroz povijest

Sjedalo i pokrivni dio sjedala su neizostavan dio svakog vozila. Oni privlači prve poglede kada se otvore vrata, stoga je njihov dizajn zajedno s visoko postavljenim zahtjevima od krucijalne važnosti.

Današnji način života vodi činjenici da ljudi mnogo više vremena provode u vozilima koja se ponekad koriste i kao radni prostor, mjesto za spavanje te općenito provode mnogo vremena u

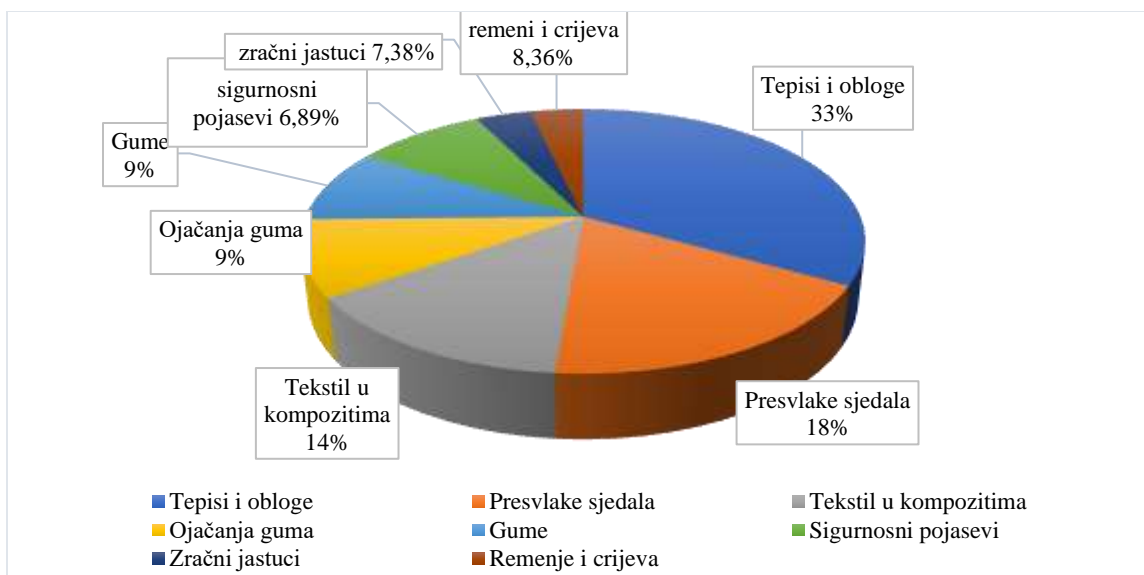
njima bilo poslovno ili privatno. Upravo iz tih razloga standardi za udobnost i sigurnost nikad nisu bili više postavljeni, a proizvođači se neprestano nadmeću koji će više postaviti ljestvicu.

Tekstilni materijali u prijevoznim sredstvima osim fizičko-mehaničkih (čvrstoća, otpornost na habanje i piling) i termo-psiholoških svojstva (udobnost) moraju zadovoljiti još mnogo specifičnih svojstava (otpornost na sunčevo i UV zračenje, smanjena zapaljivost, ne smije otpuštati mirise, antistatska svojstva), i uz sve to moraju zadržati stabilnost dimenzija i svojstava pod vanjskim utjecajima (temperatura od -20 do 100°C, i vlažnost od 0-100%) tijekom cijelog životnog vijeka vozila. Također moraju zadovoljiti visoke standarde estetske privlačnosti, pratiti modne trendove u dizajnu interijera automobila te ispunjavati raznolike želje kupaca. Primjer raznolikosti materijala može se vidjeti na slici 2.



Slika 2. Raznolikost tekstilnih materijala za pokrivni dio sjedala

Najviše tekstila troši se u proizvodnji osobnih automobila. Otprilike u svakom automobilu se nalazi oko 25 kg tekstilnog materijala (postotni udio po komponentama prikazan na sl. 3), od kojih vidljivi dio pokriva cca 45 m<sup>2</sup>. U konstantnom cilju da automobil bude što lakši, efektivniji i s manjom potrošnjom goriva, neprestano se mijenjaju i traže novi metalni dijelovi koji mogu biti zamijenjeni tekstilnim materijalima posebnih konstrukcija i rješenja [4].



Slika 3. Postotni udio tekstila u automobilu (po masi - 25kg = 100%)

Sva sjedala u automobilima ergonomski su napravljena s mogućnošću pomicanja visine i pozicije tijela. Ovisno o modelu automobila, mogućnosti pomicanja i namještanja sjedala mogu biti od onih osnovnih (pomicanje sjedala horizontalno te promjena kuta nagiba naslona obzirom na sjedište) pa sve do luksuznijih modela koji nude mogućnost pomicanja sjedala i njegovih segmenata na 10-ak različitih načina. Svaki takav element napravljen je kako bi vozaču i putnicima bilo što ugodnije. Važnost udobnosti materijala i ergonomije sjedala posebno je bitna kod dužih putovanja i duljeg boravka u automobilu.

Važan segment ergonomije sjedala je poliuretanska pjena kojom su ispunjeni prazni prostori u sjedalu. Ona dijeli metalnu konstrukciju sjedala od tekstilnog materijala na površini. Nekada su sjedala bila sastavljena od metalnih opruga preko kojih je bio sloj netkanog tekstila, najčešće sastavljenog od kokosovih vlakana preko kojih je bio navučen jednoslojni materijal napravljen od kože ili tvrde tkanine. Primjer takvih sjedala danas još možemo pronaći u modelima poput Fiata 650, popularno nazvan “fićo” (sl. 4.).



Slika 4. Primjer nekadašnjeg dizajna sjedala u automobilu

Ovisno o modelu automobila, metalnom konstrukcijom i poliuretanskom ispunom određuje se oblik i profiliranost sjedala (sl. 5.). Tako sportski automobili imaju izraženije i više izbačene bočne dijelove kako na sjedištu tako i na naslonu sjedala kako bi zadržali vozača i putnike na mjestu prilikom bržeg ulaska u zavoje. S druge strane, limuzinske izvedbe luksuznijih automobila imaju šira sjedala čija je primarna karakteristika udobnost.



Slika 5. Izgled sjedala bez pokrivnog dijela (poliuretanska ispuna)

#### 4. Komponente u izradi sjedala u automobilu

Standardno sjedalo u automobilu dizajnirano je kako bi pružalo potporu bedrima, stražnjici, donjem i gornjem dijelu leđa te potpora za glavu. Prednja sjedala (za vozača i suvozača) sastoje se od 3 glavna dijela: sjedišta, naslona za leđa i naslona za glavu. Ti dijelovi su obično građeni od spužve zbog udobnosti. Kod odabira i oblikovanja materijala proizvođači moraju pronaći najbolji omjer kako bi sjedalo bilo udobno i sigurno, te da se može reciklirati [5].

Ispuna od poliuretanske spužve posebno je bitna za amortizaciju i upijanje vibracija ako uzmemo u obzir da automobil u pokretu emitira vibracije koje su blizu rezonantnoj frekvenciji ljudske kralježnice od 3Hz. Cijelo sjedalo može se micati naprijed-nazad na metalnim vodilicama preko kojih je sjedalo i pričvršćeno za pod sa 4 vijka. Takav način učvršćivanja daje dovoljnu sigurnost da se sjedalo ne može odvojiti od poda. Također sjedala se mogu pomicati gore-dolje kako bi se mogla prilagoditi svim osobama koje koriste automobil. Ti pomaci omogućeni su ili metalnim polugama ili elektronskim pomicanjem.

Sistem sjedala važan je jer je u stalnom doticaju s osobama kada se vozilo koristi te je direktno odgovorno za udobnost i sigurnost putnika te moraju zadovoljavati određene zahtjeve [5]:

##### 1) Potpora osoba u sjedištu

- a) Osobe u vozilu moraju imati stabilnu i ravnomjernu potporu tokom duljeg vremena vožnje
- b) Osobe različitih visina, proporcija i težina moraju se jednako ugodno smjestiti u sjedala

##### 2) Pozicija osoba u automobilu

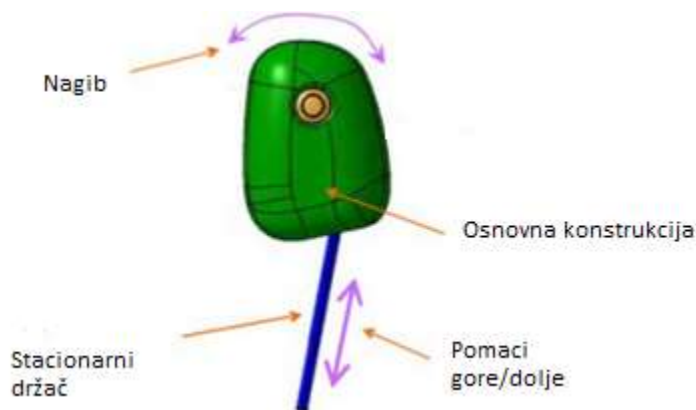
- a) Osoba se mora udobno smjestiti za sigurno upravljanje vozilom
- b) Osoba se ergonomski mora pozicionirati tako da ima dobar pogled na cestu i okolinu
- c) Osoba mora imati dovoljno prostora za glavu, ruke i noge

##### 3) Sigurnost i zaštita osoba

- a) Tijekom sudara osoba ne smije ispasti niti skliznuti iz sjedala
- b) Dijelovi sjedala ne smiju ozlijediti osobu prije/tijekom/nakon sudara.

#### 4.1. Naslon za glavu

U većini automobila naslon za glavu nije pretjerano velik kako ne bi narušavao vidljivost osobama na zadnjem sjedištu. Sportski automobili s dva sjedala imaju veće naslone za glavu zbog veće sigurnosti obzirom da nisu namijenjeni za vožnju na zadnjem sjedištu. U ostatku automobila manji nasloni za glavu moraju imati mogućnost namještanja po visini, a nekima se može mijenjati i nagib kako je prikazano na slici 6. Udoban naslon za glavu, primjerice u kućnim naslonjačima pruža potporu u donjem dijelu lubanje (u blizini gornjeg dijela vrata). Takav oblik potpore bi bio iznimno opasan u automobilima tijekom udara sa stražnje strane, pa su stoga neki proizvođači onemogućili spuštanje naslona za glavu ispod određene točke [5].



Slika 6. Izgled naslona za glavu [5]

Naslone za glavu građeni su od dvije metalne šipke koje ulaze u naslon sjedala te su s gornje strane povezane najčešće plastičnim dijelom nalik na ploču. Cijeli gornji dio obložen je poliuretanskom pjenom i presvučen istim materijalom kao i sjedalo (sl. 6.).

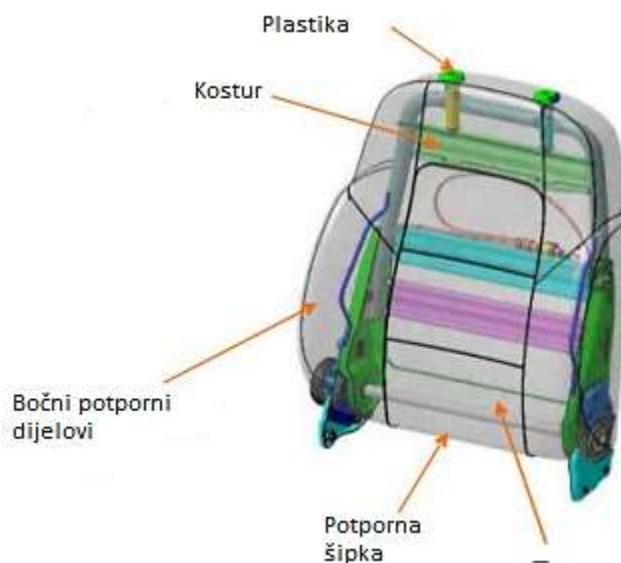
#### 4.2. Naslon za leđa

Naslon za leđa dizajniran je da pruža potporu ljudskoj kralježnici te drži osobu unutar sjedala. Za razliku od sjedišta na kojem je gotovo sva ljudska težina pa je zadržavanje osoba lakši zadatak, na leđni dio ne pada toliko težine pa se za zadržavanje osobe koriste više izraženi bočni dijelovi koji drže osobu u području bubrega. Za taj dio zadužena su metalna oblikovanja na konstrukciji naslona koji daju čvrstoću bočnoj potpori (slika 6).

Ostatak metalne konstrukcije drži sve ostale dijelove na svome mjestu. Kroz sredinu konstrukcije isprepletene su sajle ili žice koje amortiziraju, ali i pružaju potporu poliuretanskoj ispuni naslona. Luksuzniji modeli automobila imaju u naslonu mehanizme ili jastuke koji se reguliraju te se



namješta lumbalna potpora za putnike. Također u naslonu se mogu naći i grijači, ventilacijski sustav, zračni jastuci i mehanizmi za pomicanje dijelova ovisno o modelu i proizvođaču [5].



Slika 7. Konstrukcijski izgled naslona za leđa [5]

#### 4.3. Sjedeći dio auto sjedala

Na sjedište pada najveći dio težine osobe, stoga je iznimno važno da bude udobno, bez dijelova koji bi pružali povećani pritisak na dijelove tijela te da zadovoljava sve sigurnosne zahtjeve. Sjedište pruža potporu bedrima i stražnjici, pozicionira i zadržava osobu u optimalnoj poziciji. Sastoji se od metalne konstrukcije s punom ispunom kroz sredinu ili sajlama/žicama koje se protežu kroz središnji dio te dodatno amortiziraju pokrete i održavaju potporu ispuni sjedala. Ispuna od poliuretanske pjene diktira oblik sjedala, s istaknutim, tvrdim i profiliranim bočnim dijelovima dok je sredina mekša. U sjedištu se također mogu nalaziti grijači, ventilacijski sustav, senzori za prisutnost osobe te svi mehanizmi pomicanja sjedala koji se uglavnom nalaze s donje strane sjedišta. Nagib kao i visina sjedišta može se pomicati kako bi se ravnomjerno rasporedila težina osobe [5].

#### 4.4. Materijali za izradu presvlaka

Mekoća i prozračnost pokrivnog dijela pridonose osjećaju ugone, posebno tijekom dužeg boravka u automobilu kada je ljudsko tijelo u pasivnom sjedećem položaju. Dugotrajni pritisak nekog dijela tijela na sjedalo smanjuje cirkulaciju i uzrokuje bolove u mišićima i zglobovima. Stoga je iznimno



bitna prilagodba sjedala na tijelo kako dugotrajna vožnja ne bi uzrokovala nepotreban umor i bolove.

Materijali koji se koriste za presvlake sjedala su uglavnom višeslojni kompoziti, najčešće sastavljeni od 3 sloja.

Gornji sloj ili lice je tkanina izrađena od poliestera. Zahtjevi na ovaj dio su velika otpornost na habanje, otpornost na UV zračenje, postojanost boja i uzorka, otpornost na vlagu te otpornost na gorenje.

Srednji sloj čini poliuretanska pjena debljine 2 mm čija je uloga povećanje udobnosti prilikom sjedenja. Iz tog razloga njegova svojstva moraju biti povećana elastičnost, dobra povezanost s vanjskim slojevima i doprinos prozračnosti i poroznosti kompozita.

Donji sloj ili naličje je najčešće tanko pletivo također građeno od poliestera, a uloga je zaštita poliuretanskog srednjeg sloja te poboljšanje trajnosti, stabilnosti dimenzija i elastičnost kompozitnog materijala.

Posljednih desetljeća mnogo sredstava je uloženo u razvoj kompozitnih materijala za autoindustriju zbog sve veće potražnje i zahtjeva koji se nameću na proizvođače. Karakteristike kompozita su odraz svojstava svakog zasebnog dijela, što znači da se karakteristike kompozita mogu modificirati različitim svojstvima svakog dijela zasebno.

Pored tkanih ili pletenih kompozita, u luksuznijim automobilima i modelima sa dodatnom opremom za izradu presvlaka koristi se koža. Veoma cijenjena, koža je ostala jedini prirodni materijal kojim se izrađuju presvlake. Strojevi u tvornicama laserski projektiraju i režu zasebne dijelove za presvlake iz nape, koji se kasnije šivanjem spajaju u gotovu presvlak. Uz brojne obrade (najčešće ekološki nepovoljne) koje je potrebno provesti na sirovoj koži da bi zadovoljila zahtjeve autoindustrije, koža kao prirodni materijal i dalje ima kraći životni vijek od umjetnih materijala te je s vremenom podložna habanju i gubljenju postojanosti obojenja. Kao supstitucija za kožu napravljena je tzv. "umjetna koža". To je oblik materijala koji sadrži pletivo kao konstrukciju i pojačanje sa strane naličja, a na licu je naslojena guma sa otisnutom teksturom koja imitira teksturu kože. Takav materijal je mnogo izdržljiviji i otporniji na svijetlost, kemikalije i habanje od kože, pa je česta i ekonomična zamjena za pravu kožu.

Uz prethodno navedene kompozite i takvu konstrukcijsku izvedbu, smjer razvoja kompozita kreće se u smjeru proizvodnje 3D tekstilne strukture. Takav oblik tekstilije je trodimenzionalan oblik koji bi pri opterećenju apsorbirao više energije, a imao odličan oporavak pri popuštanju

opterećenja. Takva vrsta tekstilije bi bila supstitucija za poliuretansku pjenu koja, iako ima odlična termofiziološka i mehanička svojstva, i dalje ima velik broj nedostataka. Uz velike nedostatke kao što su otpuštanje otrovnih plinova prilikom proizvodnje i procesa laminiranja, probleme predstavlja i velika zapaljivost te problemi s recikliranjem takvog materijala, a to sve je dovoljan broj razloga da znanost i industrija pronađu rješenje u tekstilu. Novi oblik materijala morao bi biti ekološki povoljan, a opet ispunjavati sve zahtjeve autoindustrije [3].



Slika 8. Vanjski i unutarnji izgled pokrivnog kompozitnog dijela sjedala

## II. EKSPERIMENTALNI DIO

### 5. Zadatak

U okviru ovog rada provest će se analiza kvalitete i uporabnih svojstava tekstilnih materijala namijenjenih izradi sjedala u automobilima ispitivanjem:

- analize sirovinskog sastava i površine materijala,
- fizikalno-mehaničkih svojstva materijala (plošna masa, debljina, te prekidne sile i prekidnog istezanja prije i nakon izlaganja sunčevom svjetlu)
- otpornosti materijala na habanje (promjena mase postupkom nahabavanja),
- otpornosti na gorenje (cigaret test),
- postojanosti obojenja nakon trljanja,
- postojanosti obojenja nakon izlaganja umjetnom svjetlu (Xenon test),
- postojanosti obojenja nakon izlaganja Sunčevom svjetlu u realnim uvjetima,
- utjecaj i promjene nastale izlaganjem materijala realnim uvjetima u automobilu

Analiza svojstava provedena je primjenom standardiziranih i pouzdanih metoda ispitivanja, a radi saznavanja promjena uvjetovanih raznim utjecajima, provedena je statistička analiza primjenom F-testa i t-testa.

Sva ispitivanja provedena su u Zavodu za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila i Zavodu za tekstilnu kemiju i ekologiju na Sveučilištu u Zagrebu Tekstilno-tehnološkom fakultetu, osim ispitivanja postojanosti obojenja izlaganjem umjetnom svjetlu (Xenon test) koja su provedena u akreditiranom ispitnom laboratoriju Mirta kontrol d.o.o.

### 5.1. Karakterizacija materijala za izradu autosjedala

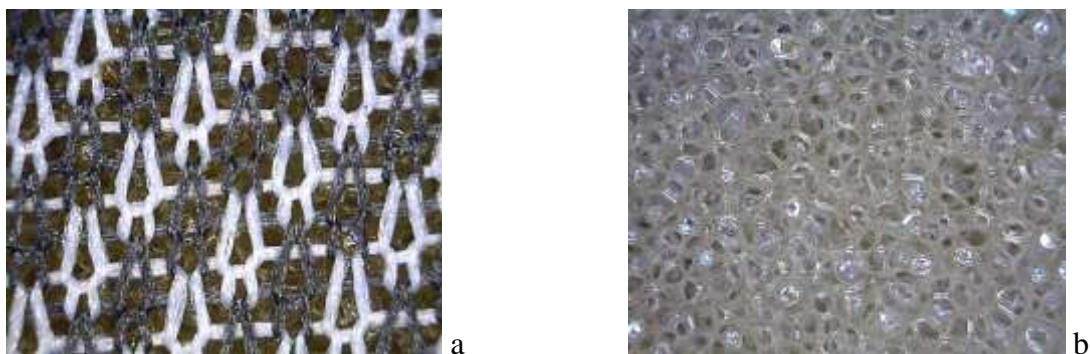
Istraživanja su provedena na uzorcima namijenjenih za izradu autosjedala. U radu su korištena tri uzorka različitih konstrukcijskih karakteristika kao kompozitnog materijala.

**Uzorak 1:** kompozitni materijal sastavljen od dvije komponente: lice tvori tkanina od poliesterskih vlakana, a naličje je sastavljeno od poliuretanske pjene tvoreći kompozitni materijal, sl. 9.



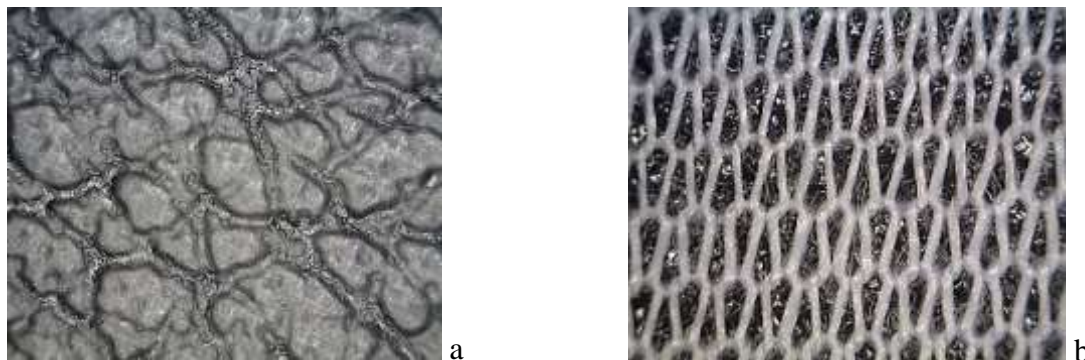
Slika 9: Izgled uzorka: a - prednja strana kompozita (uvećanje 200x); b - spužva - naličje kompozita

**Uzorak 2:** kompozitni materijal sastavljen od dvije komponente; lice tvori osnovino pletivo sastavljeno od dva sustava niti (crna i bijela poliesterska pređa), a naličje je sastavljeno od poliuretanske pjene na koju je ljepljeno pletivo, sl. 10.



Slika 10: Izgled uzorka: a - prednja strana kompozita (uvećanje 200x); b - spužva - naličje kompozita

**Uzorak 3:** uzorak naslojen gumom koji imitira pravu kožu, tzv “umjetna koža”. Sastavljen je poliesterskog (PES) pletiva na naličju, doke je sa gornje strane naslojen gumom uz otisnute teksture koje imitiraju površinu prave kože, sl. 11.



Slika 11: Izgled uzorka: a - prednja strana umjetne kože (uvećanje 200x); b - naličje kompozita - pletivo

## 6. Metode ispitivanja

### 6.1. Debljina i plošna masa uzoraka

Debljina materijala,  $d$  - prema normi HRN EN ISO 5084:2003 [6] debljina plošnog proizvoda definira se kao razmak između dvije metalne ravne paralelne ploče razdvojene tkaninom koja se nalazi pod definiranim pritiskom i površinom pritiskivača. Mjerenje se provodi pomoću debljinomjera koji se sastoji od podloge na koju se stavlja ispitivani materijal i pritiskivača kojim se material pritišće određenom silo mi koji je u vezi sa dijelom za prikaz rezultata. Pri ispitivanju korišten je pritisak od 1 kPa i površina 20 cm<sup>2</sup>. Potrebno je napraviti 5 mjerenja na različitim mjestima na uzorku, a rezultat se iskazuje kao srednja vrijednost.

Plošna masa materijala,  $m_A$  - prema normi HRN EN ISO 2286-2:2016 [7] plošna masa predstavlja masu kvadratnog metra plošnog proizvoda izraženog u gramima [g/m<sup>2</sup>]. Ispitivanje se provodi na kondicioniranim uzorcima. Uzorak se pripremi pomoću kružnog rezača površine 100 cm<sup>2</sup>, te se važe uz preciznost od 0,01 g.

### 6.2. Analiza površine primjenom mikroskopa Dinolite Pro

Kako bi se utvrdila prekrivenost površine uzoraka nakon inkjet digitalnog tiska provedena je analiza uzoraka na temelju analiza provedenih primjenom digitalnog mikroskopa Dino-Lite Pro AM-413T5 i AM-413T pri povećanjima 200x i 500x.

### 6.3. Ispitivanje mehaničkih svojstava materijala

Mehanička svojstva uzoraka ispitana su određivanjem prekidne sile i prekidnog istezanja materijala metodom trake (strip test) u skladu s normom HRN EN ISO 1421:2017 [8] primjenom kidalice Tensolab 3000, *tt. Mesdan S.p.A., Italija* (sl. 12).

Ispitivanje je provedeno na sva 3 uzorka. Za svaki su pripremljene trake dimenzija 350 x 50 mm, 5 u smjeru izrade i 5 suprotno smjeru izrade. Mjerena duljina uzorka, tj. razmak između stezaljki iznosi 200 mm. Da bi se osigurala uvijek jednaka mjerna duljina pri ponovljenim mjerenjima, potrebno je podesiti predopterećenje koje ovisi o plošnoj masi.



Slika 12. Kidalica Tensolab 3000, *tt. Mesdan S.p.A., Italija*

Rezultati ispitivanja daju se posebno za svaki smjer u obliku sile prekida ( $F_p$  [N]) i prekidnog istezanja ( $\epsilon$  [%]).

### 6.4. Ispitivanje otpornosti materijala na habanje

Ispitivanje otpornosti na habanje provodilo se nahabavanjem sukladno normi HRN EN ISO 12947-3:2008 [9] na stroju Martindale *tt. Mesdan* (sl. 13). Promatrane su promjene mase nakon normom zadanih broja ciklusa habanja. Od svakog uzorka uzete su po dvije epruvete, od kojih je jedna serija imala opterećenje od 9 kPa, a druga 12 kPa te smo promatrali promjene uslijed drugačijeg opterećenja. Rezultati su iskazani u vidu promjene mase nakon određenih broja ciklusa propisanih normom.



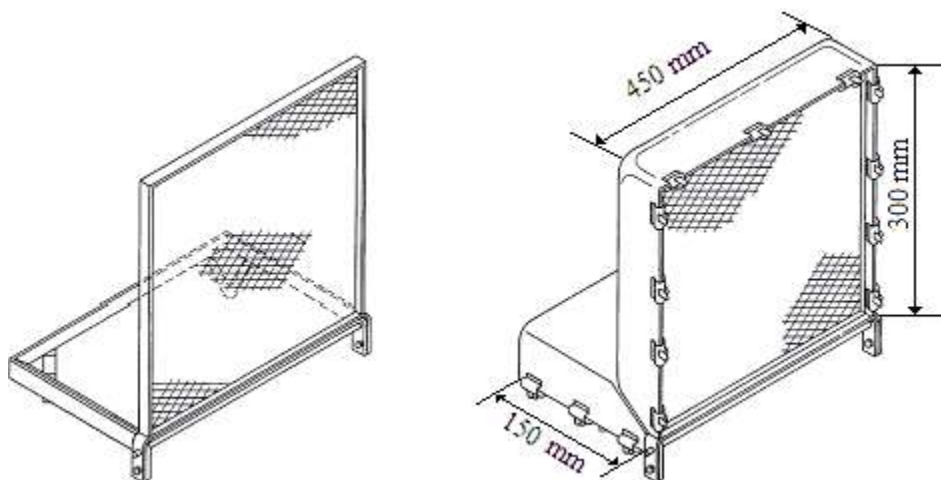


Slika 13. Habalica Martindale tt. Mesdan

### 6.5. Ispitivanje gorivosti materijala - cigaret test

Gorivost materijala ispitana je cigaret testom sukladno normi HRN EN ISO 12952-1:2010 [10]. Za ispitivanje je potrebno pripremiti uzorak ispitivanog materijala dimenzija 800 mm x 650 mm i jastučno punjenje sljedećih dimenzija:

- $(450 \pm 5)$  mm x  $(300 \pm 5)$  mm x  $(75 \pm 2)$  mm (za gornji dio)
- $(450 \pm 5)$  mm x  $(150 \pm 5)$  mm x  $(75 \pm 2)$  mm (za donji dio)



Slika 14. Skica metalnog okvira i pripremljene konstrukcije sjedala za ispitivanje

Jastučno punjenje s ispitivanim materijalom prema standardu se postavlja na metalni okvir (sl. 14).

Kao izvor zapaljenja koristi se tinjajuća cigareta bez filtera označenu na 10 i 50 mm od početka. Mjeri se vrijeme potrebno da cigareta izgori od prve do druge oznake te se promatra proces

izgaranja kao i sve promjene na materijalu i jastučnom punjenju. Rezultati se iskazuju u obliku opisnih ocjena o ponašanju materijala tijekom gorenja.

#### 6.6. Postojanost obojenja na umjetno svjetlo (Xenon test)

Ispitivanje postojanosti obojenja izlaganjem umjetnom svjetlu (Xenon test) proveden je prema normi HRN EN ISO 105-B02:2014, metoda 5 [11]. Uzorci su izlagani umjetnom svjetlu 92 h, pri čemu je efektivna vlažnost iznosila otprilike 40%, a temperatura  $45 \pm 3$  °C. Količina dovedene energije odgovarala je promejni boje referentne plave skale br. 5 koja je jednaka ocjeni 4 prema sivoj skali. Kako bi se izbjegla pogrešna procjena postojanosti obojenosti obojenja na uzorku zbog fotokromatičnosti, kartice s uzorcima sukondicionirane u mraku i uvjetima sobne temperature minimalno 24h prije procjene postojanosti obojenja.

#### 6.7. Postojanost obojenja - prije i nakon izlaganja Sunčevom svjetlu u realnim uvjetima

Ispitivanje je provedeno izlaganjem svih uzoraka realnim uvjetima u kojima su se pratile promjene obojenja i mehaničkih svojstava, izazvane sunčevim zračenjem i toplinom tijekom ljetnog perioda u trajanju mjesec dana u periodu od 27. srpnja - 27. kolovoza 2019.

#### 6.8. Postojanost obojenja nakon trljanja

Postojanost obojenja na trljanje ispitana je na uređaju naziva krokmetar prema normi HRN EN ISO 105-A04:2003 [12]. Trljanje je provedeno na svim uzorcima u oba smjera (smjeru izrade i suprotno smjeru izrade) osim na uzorku 3 koja na licu nema određeni smjer (naslojen). Ispitivanje se provodi trljanjem popratnih tkanina 10 puta po materijalu brzinom 1 okret/sek. Također je ispitivanje provedeno i sa nakvašenim popratnim tkaninama istim brojem ciklusa i brzinom. Rezultati se iskazuju prijelazom obojenja na popratnu tkaninu prema sivoj skali.



## 7. Rezultati i rasprava rezultata

### 7.1. Rezultati određivanja osnovnih komponenata i svojstava materijala

#### 7.1.1. Sirovinski sastav

Kvalitativna analiza sirovinskog sastava provedena je uz pomoć mikroskopa i potrebnih specifičnih reagensa za dokazivanje umjetnih vlakana. Kompozitni materijali razdvojeni su na sastavne dijelove, te su kod prva dva uzorka ispitivane tekstilije koje se nalaze na licu, dok su spužve i lice naslojenog 3. uzorka testirani određivanjem tališta pod mikroskopom za određivanje tališta..

- a) Kod prvog uzorka lice je tkanina sastavljena od 2 sustava niti koje su analizirane na test gorenja i utvrđeno je da se radi o umjetnim vlaknima. Na mikroskopskoj slici uočavaju se glatka vlakna koja ne reagiraju u Kuoxamu, a nakon dodavanja Cl-Zn-I reagensa, te zagrijavanja uočen je izostanak Frotte efekta, te je zaključeno kako se radi o poliesterskim vlaknima. Određivanjem tališta uzorak na naličju na temelju temperature od 245 °C može se zaključiti da je spužva izrađena od poliuretana.
- b) Kod drugog uzorka lice je izrađeno od pletiva sastavljenog od crnih i bijelih filamentnih pređa. Analizom sa specifičnim reagensima i promatranjem pod mikroskopom zaključeno je da je pređa izrađena od poliesterskih vlakana, jer nema nikakve reakcije primjenom Cl-Zn-I reagensa. Dodatno je napravljen test određivanja tališta primjenom mikroskopa za određivanje tališta vlakana i polimera, kojim je utvrđena temperatura tališta od 240 °C, a koja odgovara poliesteru (PET). Kako se na naličju nalazi spužva, napravljena je analiza određivanja tališta te je na temelju temperature od 245 °C zaključeno da je izrađena od poliuretana.
- c) Kod trećeg uzorka lice uzorka je ispitano određivanjem tališta pod mikroskopom i kako je pri temperaturi od 155 °C došlo do taljenja polimera zaključeno je da bi lice koje je imitacija prave kože moglo biti dobiveno od PVC-a. Naličje je ispitano testom gorenja i analizom mikroskopske slike te je izostankom karakterističnih reakcija u reagensima zaključeno je da je sirovinski sastav pletiva na naličju 3. uzorka poliestersko vlakno.

## 7.1.2. Debljina i plošna masa uzoraka

Ispitivanje fizikalnih svojstava je provedeno mjerenjem debljine i plošne mase kompozitnih uzoraka. Rezultati mjerenja su prikazani u tablicama 3. i 4. uz izračunate srednje vrijednosti.

Tablica 3. Prikaz rezultata mjerenja debljine uzoraka

Debljina materijala, d [mm]			
Br. mjerenja	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3
1.	3,07	2,42	0,93
2.	3,25	2,13	0,94
3.	3,43	2,11	0,96
4.	3,05	2,27	0,96
5.	3,15	2,30	0,96
$\bar{d}$ [mm]	<b>3,19</b>	<b>2,25</b>	<b>0,95</b>

Debljina kod 1 i 2 uzoraka očekivano je veća zbog poliuretanske spužve sa strane naličja. Zbog tog nasloja i svojstva poliuretanske spužve mjerenja međusobno odstupaju ovisno o mjestu ispitivanja. Kod 3 uzorka debljina je ujednačena i nižih vrijednosti zbog načina izrade kompozita tzv. umjetne kože.

Tablica 4. Prikaz rezultata izmjerenih plošnih masa kondicioniranih uzoraka

Plošna masa uzoraka, $m_A$ [g/m <sup>2</sup> ]			
Svojstvo	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3
masa [g]	3,0506	2,4616	6,2674
$m_A$ [g/m <sup>2</sup> ]	305,06	246,16	626,74

Uzorci 1 i 2 imaju slične vrijednosti plošnih masa zbog slične konstrukcije kompozitnog materijala. Uzorak 3 je naslojen polimerom na licu i ima očekivano značajno veću plošnu masu od uzoraka 1 i 2. Sva mjerenja masa uzoraka provedena su nakon kondicioniranja uzoraka u uvjetima standardne atmosfere za ispitivanje.

### 7.1.3. Analiza površine uzoraka primjenom mikroskopa Dino-Lite Pro

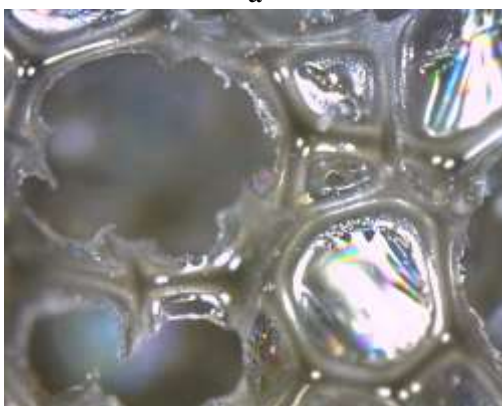
Površina uzoraka promatrana je primjenom digitalnih mikroskopa Dino-Lite Pro AM-413T5 i AM-413T pri povećanjima 200x i 500x kako bi se dobio uvid u konstrukciju (t.5.1.) uzoraka i izgled površine svakog uzoraka (sl. 15.).



a



b



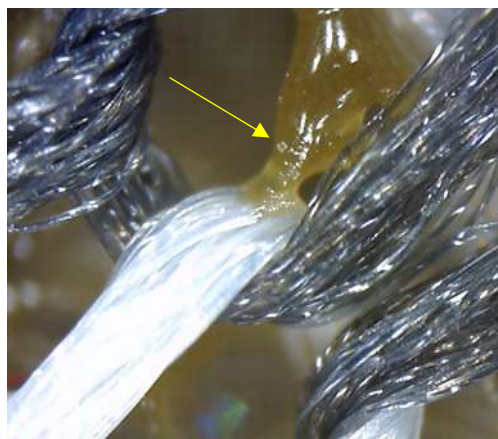
a1



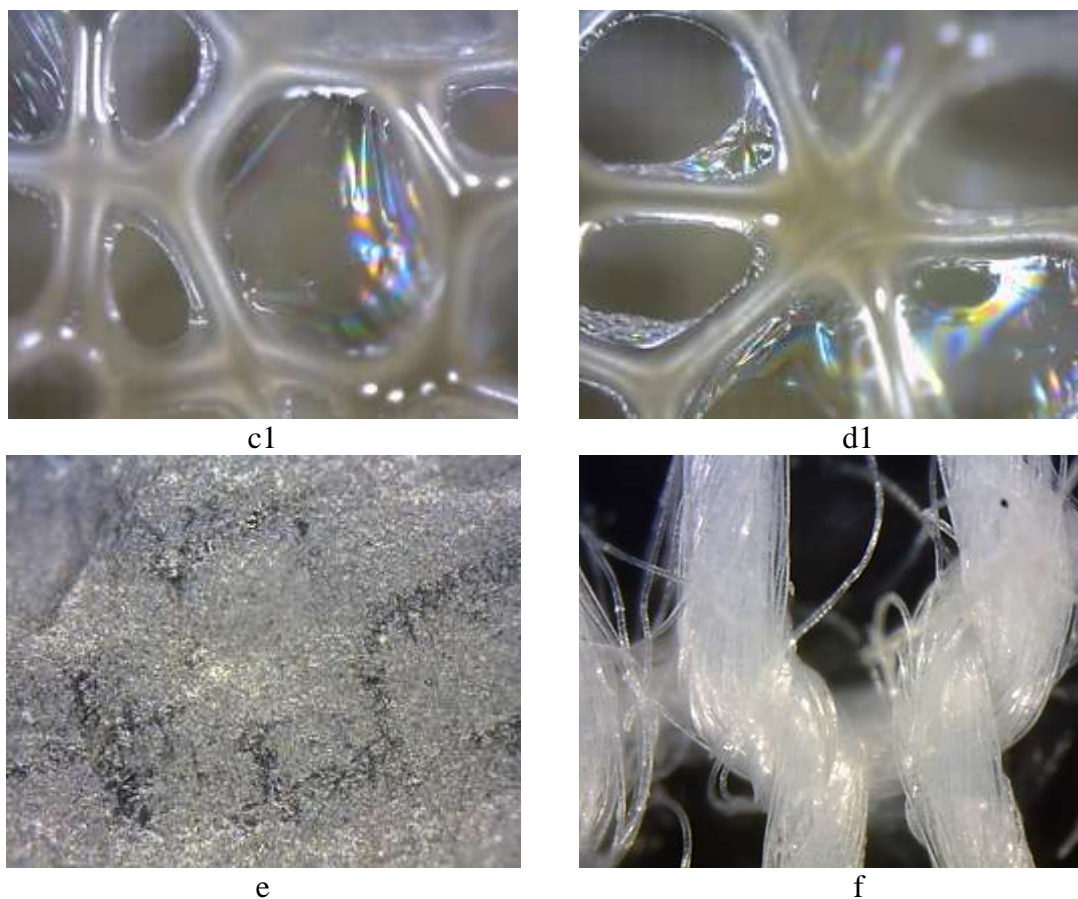
b1



c



d

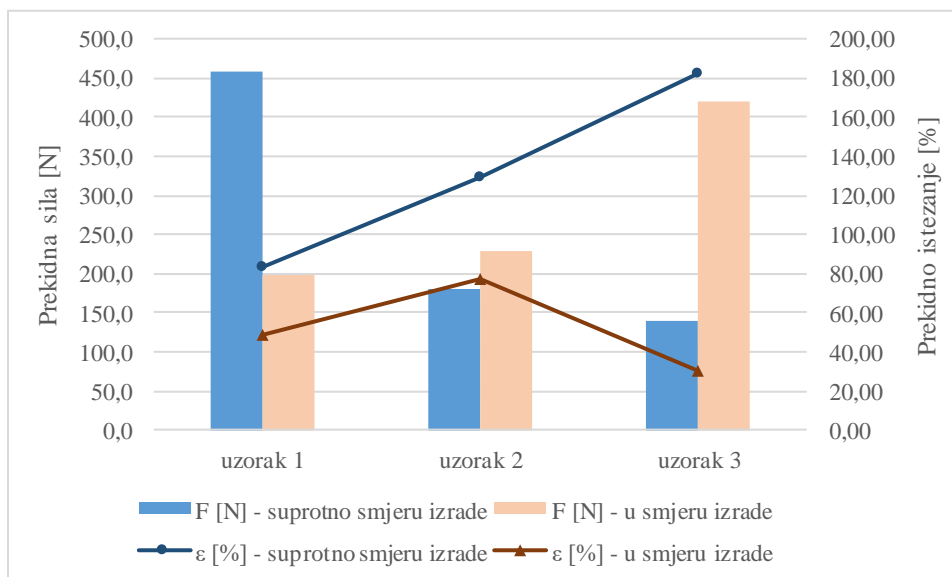


Slika 15. Izgled uzoraka uz povećanje 500x: uzorak 1: a, b - prikaz tkanine na licu uzorka, a1, b1 – naličje spužve sa karakterističnom šupljikavom trodimenzionalnom; uzorak 2: c, d - dvobojna struktura pletiva na licu uz vidljivo ljepilo koje povezuje pletivo sa spužvom, c1, d1 - spužva trodimenzionalne šupljikave strukture; uzorak 3: e - lice od umjetne kože naslojenog uzorka, f – pletivo na naličju na koje je naslojen polimer.

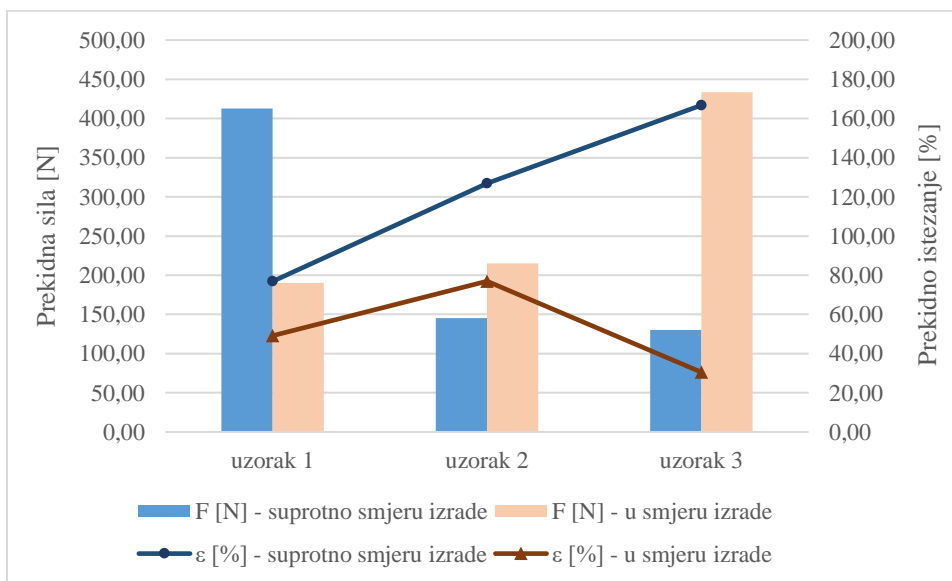
Na temelju rezultata analize površine i konstrukcijskim elemenata uzoraka vidljive su razlike između konstrukcije pojedinih uzoraka kako je opisano u dijelu karakterizacije materijala (t. 5.1.). Jasno je vidljiva razlika između tkanih i pletenih struktura koje dominiraju po licu uzoraka 1. i 2., te je vidljiv potpuno drugačiji izgled naslojenog lica 3. uzorka, uz vidljive teksture koje daju dojam i imitiraju izgled i teksturu prave kože. Spužve su karakterističnog trodimenzionalnog izgleda i strukture, koje utječu na fizikalna ali i mehanička svojstva ispitivanih uzoraka.

## 7.2. Rezultati određivanja prekidne sile i istezanja metodom trake

Ispitivanje prekidne sile [N] i prekidnog istezanja [%] provedeno je primjenom metode trake definirane normom [8], a rezultati su prikazani na sl. 16. i 17. gdje su grafički prikazane njihove srednje vrijednosti ovisno o smjeru izrade.



Slika 16. Rezultati prekidne sile i prekidnog istezanja ispitivanih uzoraka (prije izlaganja)



Slika 17. Rezultati prekidne sile i prekidnog istezanja ispitivanih uzoraka (nakon izlaganja)



Osim toga ispitivani uzorci su izlagani Sunčevu svjetlu i toplini tijekom mjesec dana izlaganja u realnim uvjetima (smješteni u unutrašnjosti automobila) kako bi se pratio njihov utjecaj na dio mehaničkih svojstava, i koje su iskazane u vidu postotnih promjena u %, prikazane u tab. 5.

Tablica 5. Postotne razlike prekidne sile i prekidnog istezanja ispitivanih uzoraka  
(prije i nakon izlaganja)

Uzorak 1			Uzorak 2			Uzorak 3		
$\Delta F[N]$	$\Delta \epsilon [\%]$	$\Delta t[s]$	$\Delta F[N]$	$\Delta \epsilon [\%]$	$\Delta t[s]$	$\Delta F[N]$	$\Delta \epsilon [\%]$	$\Delta t[s]$
u smjeru izrade								
6,60	2,45	3,49	12,53	-3,26	-0,75	-13,74	-3,26	-4,00
<b>-3,35</b>	<b>-4,99</b>	<b>-5,76</b>	<b>-5,50</b>	<b>4,24</b>	<b>0,79</b>	<b>3,27</b>	<b>10,69</b>	<b>10,85</b>
suprotno smjeru izrade								
45,34	6,63	9,28	34,02	2,49	9,50	9,62	15,70	21,18
<b>-9,90</b>	<b>-7,94</b>	<b>-8,88</b>	<b>-18,98</b>	<b>-1,93</b>	<b>-5,77</b>	<b>-6,87</b>	<b>-8,61</b>	<b>-9,40</b>

Na temelju rezultata prikazanih na sl. 16. i 17. i u tab. 5. uočavaju se razlike vrijednosti prekidne sile i prekidnog istezanja ovisno o konstrukcijskim karakteristikama kompozitnih materijala kao i o smjeru izrade. Nakon izlaganja Sunčevu svjetlu uzorci zadržavaju veći dio svoje primarne čvrstoće što se može vidjeti prema rezultatima, iako se trend smanjenja prekidne sile i prekidnog istezanja očituje kod rezultata izmjerenih suprotno smjeru izrade materijala. Kod 3 uzorka vidljivo je povećanje vrijednosti nakon izlaganja realnim uvjetima u smjeru izrade materijala od umjetne kože. Jedan od mogućih razloga ovakvih promjena je kratko vrijeme izlaganja uzoraka (mjesec dana) s obzirom na namjenu ispitivanih materijala kod kojih se i očekuje višegodišnja otpornost na ovakve uvjete.

- *Utvrđivanje podudarnosti vrijednosti prekidne sile i prekidnog istezanja uzoraka primjenom F- i t-testa*

Radi utvrđivanja signifikantnosti razlika ispitivanih svojstava istovrsnih uzoraka prije i nakon izlaganja uzoraka sunčevu svjetlu, primijenjeni su statistički testovi usporedbe parova uzoraka, tj. *F-test* i *t-test*, kako bi se s određenom sigurnošću utvrdila značajnost (signifikantnost) tih razlika. Ti su testovi namijenjeni usporedbi dvaju uzoraka, tj. utvrđivanju njihove pripadnosti istom osnovnom skupu. Ona se dokazuje ukoliko su razlike varijanci i razlike aritmetičkih sredina obaju uzoraka u granicama slučajnih odstupanja. Negativni rezultat testa dokaz je da razlike između uspoređivanih uzoraka nisu slučajne, tj. da su signifikantne. Ako se vrijednosti određenog svojstva

materijala (npr. prekidna sila i prekidno istezanje) utvrđene prije i nakon izlaganja sunčevu zračenju razlikuju signifikantno, može se sa sigurnošću tvrditi o postojanju utjecaja na to svojstvo. Rezultati i statistička obrada prikazani su u tablici 6.

Tablica 6. Utvrđivanje razlika između rezultata određivanja prekidne sile - prije i poslije izlaganja Sunčevu svjetlu primjenom F- i t- test-a

Prekidna sila							
Usporedba uzoraka		Uzorak 1		Uzorak 2		Uzorak 3	
		$F_{p, SI} / F_{p, SI}$ starenje	$F_{p, SSI} / F_{p, SSI}$ starenje	$F_{p, SI} / F_{p, SI}$ starenje	$F_{p, SSI} / F_{p, SSI}$ starenje	$F_{p, SI} / F_{p, SI}$ starenje	$F_{p, SSI} / F_{p, SSI}$ starenje
	$S_1^2$	2292,20	185,20	115,20	475,30	1437,50	46,50
	$S_2^2$	1903,50	8,15	128,91	142,88	1939,69	18,47
	$F_r$	1,20	22,71	1,12	3,33	1,35	2,52
$F_t$	P=0,95	6,39	6,39	6,39	6,59	6,39	6,39
	P=0,99	16,00	16,00	16,00	16,70	16,00	16,00
	avg1	458,20	196,80	179,20	227,60	420,00	140,00
	avg2	412,86	190,20	145,18	215,08	433,74	130,38
	sd	28,97	6,22	6,99	12,24	25,99	3,60
	Tr	1,57	1,06	4,87	1,02	0,53	2,67
$T_t$	Tt=0,95	1,860	1,860	1,860	3,14	1,860	1,860
	Tt=0,99	2,896	2,896	2,896	1,943	2,896	2,896
<b>OCJENA</b>		$Fr < Ft(0,95), Tr < Tt(0,95)$	$Fr > Ft(0,99), Tr < Tt(0,95)$	$Fr < Ft(0,95), Tr > Tt(0,99)$	$Fr < Ft(0,95), Tr < Tt(0,99)$	$Fr < Ft(0,95), Tr < Tt(0,95)$	$Fr < Ft(0,95), Tt(0,95) < Tr < Tt(0,99)$

SI – smjer izrade, SSI – suprotno smjeru izrade

Tablica 7. Utvrđivanje razlika između rezultata određivanja prekidnog istezanja - prije i poslije izlaganja Sunčevu svjetlu primjenom F- i t- test-a

Prekidno produljenje							
Usporedba uzoraka		Uzorak 1		Uzorak 2		Uzorak 3	
		$\epsilon_{p, SI} / \epsilon_{p, SI}$ starenje	$\epsilon_{p, SSI} / \epsilon_{p, SSI}$ starenje	$\epsilon_{p, SI} / \epsilon_{p, SI}$ starenje	$\epsilon_{p, SSI} / \epsilon_{p, SSI}$ starenje	$\epsilon_{p, SI} / \epsilon_{p, SI}$ starenje	$\epsilon_{p, SSI} / \epsilon_{p, SSI}$ starenje
	$S_1^2$	40,53	14,04	117,90	18,97	240,34	5,26
	$S_2^2$	41,02	7,97	37,35	1,61	71,74	19,34
	$F_r$	1,01	1,76	3,16	11,78	3,35	3,68
$F_t$	P=0,95	6,39	6,39	6,39	6,59	6,39	6,39
	P=0,99	16,00	16,00	16,00	16,70	16,00	16,00
	avg1	83,49	49,11	129,33	76,95	182,48	30,52
	avg2	76,86	46,66	126,83	80,21	166,77	33,78
	sd	4,04	2,10	5,57	2,28	7,90	2,22
	Tr	1,64	1,17	0,45	1,43	1,99	1,47

Tt	Tt=0,95	1,860	1,860	1,860	3,14	1,860	1,860
	Tt=0,99	2,896	2,896	2,896	1,943	2,896	2,896
<b>OCJENA</b>		Fr < Ft(0,95), Tr < Tt(0,95)	Fr < Ft(0,99), Tr < Tt(0,95)	Fr < Ft(0,95), Tr < Tt(0,99)	Ft(0,95) < Fr < Ft(0,99), Tr < Tt(0,99)	Fr < Ft(0,95), Tt(0,95) < Tr < Tt(0,99)	Fr < Ft(0,95), Tr < Tt(0,95)

SI – smjer izrade, SSI – suprotno smjeru izrade

Na temelju provedene analize usporedbe dvaju uzoraka pripadnosti istom osnovnom skupu, utvrđeno je da su razlike između testiranih uzoraka u granicama slučajnih odstupanja, što bi značilo da promjene uvjetovanje „starenjem“ uzoraka u realnim uvjetima nisu značajne. Međutim, iako F-test i t-test ne pokazuju značajnost promjena ne mogu se zanemariti da do istim nije došlo iako statistički nije potvrđeno.

### 7.3. Rezultati određivanja otpornosti materijala na habanje

Ispitivanje otpornosti uzoraka na habanje provedeno je do normom određenog broja ciklusa, nakon čega je utvrđen gubitak mase vaganjem. Rezultati su prikazani u tablici 8.

Tablica 8. Rezultati ispitivanja otpornosti na habanje

Mase uzoraka nakon određenog broja ciklusa habanja						
Uzorak	Uzorak 1		Uzorak 2		Uzorak 3	
br.ciklusa/opterećenje	9 kPa	12 kPa	9 kPa	12 kPa	9 kPa	12 kPa
0	0,3735	0,3880	0,2985	0,2981	0,7865	0,7849
500	0,3748	0,3876	0,3015	0,2995	0,7875	0,7855
750	0,3750	0,3880	0,3023	0,3001	0,7877	0,7860
1000	0,3752	0,3880	0,3023	0,3004	0,7871	0,7860
2500	0,0375	0,3878	0,3033	0,3014	0,7877	0,7865
5000	0,3750	0,3877	0,3041	0,3031	0,7879	0,7868
7500	0,3755	0,3874	0,3048	0,3033	0,7880	0,7872
10000	0,3749	0,3881	0,3041	0,3042	0,7885	0,7870
15000	0,3740	0,3878	0,3037	0,3036	0,7881	0,7866
25000	0,3723	0,3854	0,3012	0,3025	0,7890	0,7877
40000	0,3700	0,3824	0,2955	0,2974	0,7891	0,7881
<b>Gubitak mase, Δm [%]</b>	<b>- 0,937</b>	<b>- 1,443</b>	<b>- 1,005</b>	<b>- 0,235</b>	<b>0,331</b>	<b>0,408</b>





Slika 18. Prikaz uzoraka nakon habanja (40 000 ciklusa)

Na temelju rezultata dobivenih postupkom habanja zadanih uzoraka uočava se gubitak mase samo kod uzorka 1. Do 5000 ciklusa svi uzorci su dobili na masi čime možemo zaključiti da su na sebe primili dio vlakanaca sa podloge koja je vunena tkanina. Nakon 40000 ciklusa na uzorcima 1 i 2 došlo je do manjeg gubitka mase, ali ne i do prohabavanja (sl. 18). Kod 3 uzorka došlo je do povećanja mase, a to se može pripisati činjenici da se u naslojeni materijal zadržalo vlakanaca iz standardne vunene tkanine koja se koristi kao habajuće sredstvo.

#### 7.4. Rezultati ispitivanja gorivosti materijala

Prikaz rezultata ispitivanja gorivosti uzoraka tzv. cigaret testom prikazani su u tablici 9. u kojoj su opisno prikazani dobiveni rezultati analize.

Tablica 9. Prikaz rezultata ispitivanja gorenja materijala tzv. cigaret testom

Opis ponašanja uzorka	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3
Opasno, progresivno sagorijevanje	Bez sagorijevanja	Nastaje rupa ispod mjesta gorenja	Bez sagorijevanja
Izgorilo jastučno punjenje	Punjenje nije izgorjelo	Oštećenje od 1 cm na punjenju ispod mjesta gorenja	Punjenje nije izgorjelo
Tinja cijelom debljinom	Cigareta se gasi na mjestu dodira sa sjedalom	Cigareta se gasi na mjestu dodira sa sjedalom	Cigareta se gasi na mjestu dodira sa sjedalom
Tinja do rubova	Ne tinja do kraja	Ne tinja do kraja	Ne tinja do kraja
Tinja više od 1 h	Ne tinja	Ne tinja	Ne tinja
Na kraju ispitivanja tragovi	Bez tragova progresivnog tinjanja	Rastaljeni materijal ispod mjesta gorenja	Manja rupa ispod mjesta gorenja

progresivnog tinjanja			
Pojava plamena	Bez plamena	Bez plamena	Bez plamena
Vrijeme do potpunog gašenja cigarete, t [s]	457	242	< 30
Komentar	Cigareta se ugasila	Cigareta se ugasila, uzorak se rastalio	Cigareta se ugasila

Kod sva 3 uzorka cigareta se ugasila prije izgaranja do druge oznake. Uzorci 1 i 2 rastalili su se ispod žara cigarete, ali žar nije probio do punjenja te nije došlo do zapaljenja uzoraka. Uzorak 3 rastalio se na početku ispitivanja te se cigareta ubrzo ugasila.

#### 7.5. Rezultati ispitivanja postojanosti obojenja na svjetlo

Na temelju ispitivanja postojanosti obojenja uzoraka izlaganjem umjetnom svjetlu prikazani su rezultati dati prema sivoj skali, u tablici 10.

Tablica 10. Ocjene postojanosti obojenja prema sivoj skali nakon izlaganja umjetnom testu

Uzorak	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3
promjena boje uzoraka prema sivoj skali	6-7	7	7-8

#### 7.6. Rezultati ispitivanja postojanosti obojenja nakon izlaganja Sunčevu svjetlu

Spektrofotometrijski je mjereno obojenje uzoraka prije i nakon izlaganja sunčevom svjetlu, te su promatrane razlike u svjetlini i obojenju uzoraka koristeći kao izvor svjetla D65/10. Rezultati kao i razlike obojenja prikazani su u tablici 11.

Tablica 11. Prikaz rezultata promjene obojenja prije i nakon izlaganja Sunčevom svjetlu

Izvor svjetla D65/10	L*	a*	b*
Uzorak 1 prije izlaganja	25,27	-0,67	-1,42
Uzorak 1 nakon izlaganja	25,31	-0,64	-1,27
<b>dE</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,15</b>
Uzorak 2 prije izlaganja	50,75	-0,06	2,28
Uzorak 2 nakon izlaganja	50,66	0,14	2,21
<b>dE</b>	<b>-0,09</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,07</b>
Uzorak 3 prije izlaganja	22,93	-0,14	-1,03

Uzorak 3 nakon izlaganja	22,81	-0,14	-1,02
<b>dE</b>	<b>-0,12</b>	<b>0</b>	<b>0,01</b>

Na temelju rezultata mjerenja postojanosti obojenja nakon izlaganja uzoraka Sunčevu svjetlu i toplini tijekom 30 ljetnih dana, rezultati pokazuju minimalne razlike uboji prema CIE sustavu, što potvrđuje kvalitetu ispitivanih materijala koji su namijenjeni izradi autosjedala. Iako su vrijednosti prosječnih temperatura tijekom izlaganja bile visoke (prosječna temperatura 27 °C, vlažnost 59%, UV indeks [13]) radi utvrđivanja trenutka starenja materijala na temelju promjene obojenja ili nekih drugih svojstava materijala potrebno vrijeme izlaganja u realnim uvjetima trebalo bi biti znatno duže.

#### 7.7. Rezultati ispitivanja postojanosti obojenja nakon postupka trljanja

Ispitivanjem postojanosti obojenja na trljanje na krokmetru prijelazom boje na popratnu tkaninu, te usporedbom popratnih tkanina prema sivoj skali dana je ocjena za svaki uzorak te su rezultati prikazani u tablici 12.

Tablica 12. Ocjene postojanost obojenja uzoraka nakon postupka trljanja

Ocjena	Ispitivani uzorak		
Smjer	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3
Smjer izrade (suho/mokro)	5/4-5	5/4-5	5/5
Suprotno smjeru izrade (suho/mokro)	5/4-5	5/4-5	

Rezultati ispitivanja postojanosti obojenja ocijenjeni subjektivno prema sivoj skali pokazuju odličnu otpornost na trljanje i u suhom i mokrom, što pokazuje da se zaista radi o kvalitetnim materijalima kod kojih neće doći do prijelaza boje tijekom sjedenja osoba na presvlakama auto sjedala uslijed različitih termofizioloških karakteristika tijekom vožnje.

## 8. Zaključci

Na temelju dobivenih rezultata mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- kvalitativnom analizom i određivanjem temperature tališta utvrđeno je da su uzorci 1 i 2 sastavljeni od poliesterskih vlakana (PES) na licu, te poliuretanske pjene (spužve) na naličju. Uzorak 3 sastavljen je od pletiva izgrađenog iz poliesterskih vlakana (PES) na naličju te polimernog sloja na licu (prema temperaturi tališta vjerojatno se radi o PVC-u).
- rezultati određivanja prekidne sile i prekidnog istezanja materijala ukazuju da nema značajne promjene u mjenim parametrima na uzorcima izlaganim Sunčevoj svjetlosti iako se stanovito smanjenje uočava kod uzoraka posebno u suprotnom smjeru izrade, koje se kreće od 2 do 19%. Statističkom obradom podataka možemo zaključiti da su mjerene razlike unutar granica slučajnih odstupanja, ali se s obzirom na dobivene rezultate može pretpostaviti da je do promjena ipak došlo.
- ispitivanjem otpornosti na habanje svih uzoraka nakon 40 000 ciklusa možemo zaključiti da su uzorci otporni na habanje uzevši u obzir da je gubitak mase na prva dva uzorka manji od 1%, dok se kod uzorka 3 masa povećala za 0,5%. Povećanje mase kod uzorka 3 možemo pripisati prijenosu vlakana sa referentne vunene tkanine na lice koje je nasloženo polimerom.
- metodom ispitivanja zapaljivosti tinjajućom cigaretom utvrđeno je da su svi ispitivani uzorci otporni na gorenje te ne podržavaju gorenje što ih čini prikladnim za izradu presvlaka za autosjedala.
- usporedbom rezultata postojanosti obojenja ispitanih uzoraka prije i nakon izlaganja Sunčevom svjetlu, uz predočene promjene obojenja može se zaključiti kako nema značajnih promjena koje bi mogle biti uzrokovane Sunčevim svjetlom i toplotom te da su materijali otporni na starenje, a obojenje postojano na Sunčevo svjetlo i toplotu.
- materijali pokazuju izuzetnu postojanost obojenja na trljanje u suhom i mokrom stanju što ih čini sigurnima za sjedenje u automobilima i sa aspekta termofizioloških svojstava.

## 9. Literatura

- [1] Eason, J. M.: New product development in automotive upholstery, New Product Development in Textiles, Woodhead Publishing, Horne, L. (gl. ur.), ISBN 978-1-84569-538-5, 2012, str. 80-108.
- [2] <https://image.slidesharecdn.com/applicationofautomobiletextiles-131223124136-phpapp02/95/application-of-automobile-textiles-a-comprehensive-study-5-638.jpg?cb=1387802612>, Pristupljeno: [07.09.2019.]
- [3] Kovačević, S. i sur.: Textile Composites for Seat Upholstery, Textiles for Advanced Applications, InTech, Kumar, B, Thakur, S. (gl. ur.), ISBN 978-953-51-3501-2, Rijeka, 2017, 191-210.
- [4] Singha, K.: Strategies for in Automobile: Strategies for Using Automotive Textiles-Manufacturing Techniques and Applications, Journal of Safety Engineering, **1** (2012), 1, 7-16.
- [5] Patil, A., Patil, U.: Overview of Automotive Seating System, International Journal of Engineering Research and General Science, **5** (2017), 6, 6-14.
- [6] HRN EN ISO 5084:2003 - Tekstil -- Određivanje debljine tekstila i tekstilnih proizvoda.
- [7] HRN ISO 3801:2003 - Tekstil -- Tkanine -- Određivanje mase po jedinici duljine i mase po jedinici površine.
- [8] HRN EN ISO 1421:2017 - Plošni tekstil naslojen gumom ili plastikom -- Određivanje vlačne čvrstoće i produljenja pri prekidu.
- [9] HRN EN ISO 12947-3:2008 - Određivanje otpornosti na habanje plošnog tekstila metodom po Martindaleu -- 3. dio: Određivanje gubitka mase.
- [10] HRN EN ISO 12952-1:2010 - Tekstil -- Ocjenjivanje zapaljivosti posteljnog rublja -- 1. dio: Izvor zapaljenja: tinjajuća cigareta.
- [11] HRN EN ISO 105-B02:2014 - Ispitivanje postojanosti obojenja na umjetno svjetlo.
- [12] HRN EN ISO 105-X12:2003 - Postojanost obojenja na trljanje.
- [13] <https://www.worldweatheronline.com/zagreb-weather-averages/grad-zagreb/hr.aspx>, Pristupljeno: [02.09.2019.]